

SKRIPSI

**ANALISA VARIASI MEDIA PENDINGIN TERHADAP KEKUATAN
TARIK DAN STRUKTUR MIKRO PADA PENGELASAN *FRICTION*
WELDING AA 2024 – T3 DENGAN AA 6061 – T6**



DISUSUN OLEH :

NAMA : BAGUS RADITYA

NIM : 1811918

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2020

LEMBAR PERSETUJUAN

Skripsi

**ANALISA VARIASI MEDIA PENDINGIN TERHADAP KEKUATAN TARIK
DAN STRUKTUR MIKRO PADA PENGELASAN *FRICTION WELDING* AA
2024 – T3 DENGAN AA 6061 – T6**



DISUSUN OLEH :

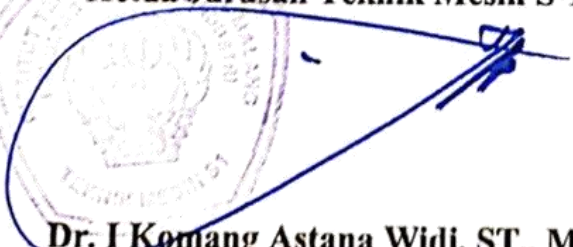
NAMA : BAGUS RADITYA
NIM : 1811918


**Diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana (strata satu) S-1 pada
jurusan Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri di Institut Teknologi
Nasional Malang**

Malang, 3 Februari 2020

**Diperiksa/Disetujui
Dosen pembimbing**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin S-1**


Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.
NIP.Y. 1030400405


Sibut, ST., MT.
NIP.Y. 1030300379



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK**

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

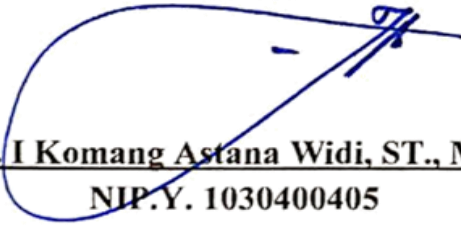
Nama : Bagus Raditya
NIM : 1811918
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul : ANALISA VARIASI MEDIA PENDINGIN TERHADAP
KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR MIKRO PADA
PENGELASAN *FRICTION WELDING* AA 2024 – T3 DENGAN
AA 6061 – T6

Dipertahankan Di hadapan Tim Penguji Skripsi Jenjang Program Srata Satu (S-1)

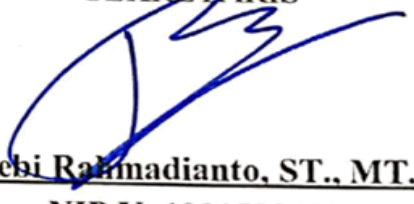
Hari : Senin
Tanggal : 27 Januari 2020
Dengan Nilai : 84,00 (A)

PANITIA MAJELIS PENGUJI SKRIPSI

KETUA

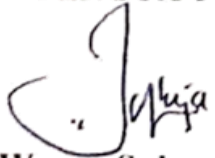

Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.
NIP.Y. 1030400405

SEKRETARIS

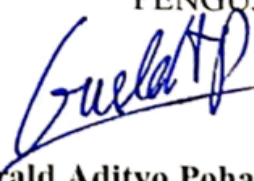

Febi Rahmadianto, ST., MT.
NIP.Y. 1031500490

ANGGOTA PENGUJI

PENGUJI 1


Ir. I Wayan Sujana, M.T.
NIP. 195812311989031012

PENGUJI 2


Gerald Adityo Pohan, S.T., M.Eng.
NIP.P. 1031500492



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala ridho, karunia, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi tepat pada waktunya. Dalam penyusunan skripsi ini penulis mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, melalui kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir.Kustamar, MT., selaku Rektor ITN Malang.
2. Ibu Dr. Ellysa Nursanti, ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang.
3. Bapak Sibut, ST., MT, selaku dosen pembimbing yang tak henti-hentinya memberikan arahan, motivasi, dan dukungan sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Ir. I Wayan Sujana, MT., selaku penguji 1 ujian komprehensif yang telah memberi masukan/saran untuk skripsi yang penulis susun agar lebih baik.
5. Bapak Gerald Adityo Pohan, ST., M,Eng., selaku penguji 2 ujian komprehensif yang telah memberi masukan/saran untuk skripsi yang penulis susun agar lebih baik.
6. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin S-1 ITN Malang, atas semua ilmu yang tak ternilai harganya.
7. Bapak dan Ibu saya tercinta, serta keluarga, teman-teman, kekasih yang senantiasa mendukung penulis lewat doa, perhatian, biaya, dan kasih sayang.
8. Semua teman-teman mahasiswa alih jenjang angkatan 2018 yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu penyusunan dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharap kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan skripsi yang dibuat.

Malang, 3 Februari 2020
Bagus Raditya

**Analisa variasi media pendingin terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro
pada pengelasan *friction welding* AA 2024 – T3 dengan AA 6061 – T6**

ABSTRAK

Proses pengelasan dengan menggabungkan dua material yang berbeda saat ini masih jarang digunakan. Dengan menggunakan teknik pengelasan *friction welding* ini dapat menggabungkan dua material yang berbeda. Pada penelitian ini dilakukan *friction welding* menggunakan material AA 2024 T3 dengan AA 6061 T6. Setelah dilakukan *friction welding* benda dilakukan *quenching* dengan media pendingin Air garam, air, dan oli. Untuk mengetahui sifat mekanis dua material yang digabungkan maka dilakukan pengujian Tarik. Uji Tarik dengan media pendingin memiliki *tensile strength* 114,20 Mpa/mm², 92,43 Mpa/mm untuk media pendingin air, dan 72,23 Mpa/mm² untuk media pendingin oli. Dari ketiga media pendingin, air garam merupakan media pendingin yang signifikan meningkatkan sifat mekanis material tersebut. Selain itu dilakukan juga uji mikro pada spesimen guna menguatkan hasil pengujian Tarik yang telah dilakukan. Berdasarkan data pengujian pada media pendingin air garam sedikit mengalami porositas. Sedangkan pada media pendingin oli banyak mengalami porositas. Dengan adanya porositas mengakibatkan konsentrasi tegangan yang dapat menurunkan nilai kekuatan mekanis bahan.

Kata Kunci : *Friction welding*, Media pendingin, Aluminium, Kekuatan Tarik, Struktur mikro

***Cooling media influence analysis on the tensile strength and micro strtouring of a
2024-T3 welding friction welding AA 6061-T6***

Abstract

The welding process by combining two different materials is currently still rarely used. By using this friction welding welding technique It can combine two different materials. In this research is done friction welding using AA 2024 T3 MATERIAL with AA 6061 T6. After the friction welding objects are done quenching with the media cooling brine, water, and oil. To know the mechanical properties of two material combined eye is carried out tensile testing. The cooling media tensile test has a tensile strength of 114.20 MPa, 92.43 MPA for water cooling media, and 72.23 MPA for oil cooling media. Of the three media coolers, brine is a significant cooling medium enhancing the mechanical properties of the material. In addition, micro tests on specimens are also carried out to reinforce the results of the pull test. Based on the test data on the medium of salt water cooling is slightly experienced porosity. While in the oil cooling media are many multilevel Poristas. With the presence of porosity to accommodate the concentration of tension that can lower the value of mechanical strength of the material.

Keywords : *Friction welding, cooling media, Aluminium, Tensile strenght, Micro Stucture.*

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Bagus Raditya

NIM : 1811918

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

Menyatakan

Bahwa skripsi berjudul “**Analisa Variasi Media Pendingin Terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro Pada Pengelasan *Friction Welding* AA 2024 – T3 dengan AA 6061 – T6**” yang saya buat ini adalah hasil karya sendiri bukan hasil karya orang lain, kecuali kutipan yang telah saya sebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan keaslian ini saya buat dengan data yang sebenarnya.

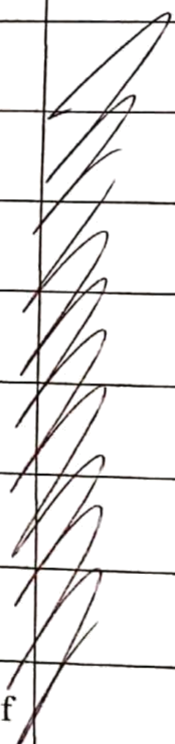
Malang, 3 Februari 2020



Bagus Raditya
NIM. 1811918

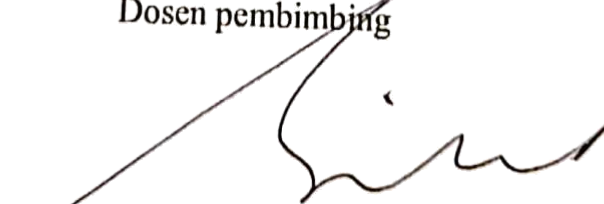
LEMBAR REKAPAN BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Bagus Raditya
NIM : 1811918
Jurusan : Teknik Mesin S-1
Judul : Analisa Variasi Media Pendingin Terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro pada Pengelasan *Friction Welding* AA 2024 – T3 dengan AA 6061 – T6
Dosen Pembimbing : Sibut, ST., MT.

No.	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf
1	3 Oktober 2019	Pengajuan judul skripsi	
2	5 Oktober 2019	Pengajuan proposal skripsi	
3	11 Oktober 2019	Revisi proposal skripsi	
4	16 Oktober 2019	Konsultasi Bab 1,2, dan 3	
5	16 Desember 2019	Konsultasi Bab 4 dan 5	
6	9 Januari 2020	Asistensi seminar hasil	
7	13 Januari 2020	Revisi seminar hasil	
8	14 Januari 2020	ACC skripsi untuk ujian komprehensif	

Malang, 3 Februari 2020

Diperiksa dan Disetujui
Dosen pembimbing



Sibut, ST., MT
NIP.Y. 1030300379

LEMBAR NILAI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Bagus Raditya
NIM : 1811918
Jurusan : Teknik Mesin S-1
Judul : Analisa Variasi Media Pendingin Terhadap Kekuatan Tarik
dan Struktur Mikro pada Pengelasan *Friction Welding* AA
2024 – T3 dengan AA 6061 – T6

Tanggal mengajukan skripsi : 3 Oktober 2019
Tanggal menyelesaikan skripsi : 14 Januari 2020
Telah dievaluasi dengan nilai : 90 (A)
Dosen pembimbing : Sibut, ST., MT.

Malang, 3 Februari 2020

Diperiksa dan Disetujui
Dosen pembimbing



Sibut, ST., MT.
NIP.Y. 1030300379

DAFTAR ISI

LEMBAR PESETUJUAN	i
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK BAHASA INDONESIA	iv
ABSTRAK BAHASA INGGRIS	v
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN	vi
LEMBAR REKAPAN BIMBINGAN SKRIPSI.....	vii
LEMBAR NILAI BIMBINGAN SKRIPSI	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	3
1.4.1 Tujuan Penelitian.....	3
1.4.2 Manfaat Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 <i>Friction Welding</i>	5
2.1.1 Keunggulan dan Manfaat <i>Friction Welding</i>	6
2.1.2 Proses <i>Friction Welding</i>	6
2.1.3 Operasi Mesin <i>Friction Welding</i>	7
2.2 Aluminium	8
2.2.1 Sifat – sifat aluminium	8
2.2.2 Macam – macam paduan aluminium.....	10
2.2.3 Kelebihan dan kekuarangan aluminium paduan	15
2.2.4 Klasifikasi Aluminium.....	15

2.2.5	Sifat – sifat fisik aluminium	19
2.2.6	Sifat – sifat mekanik aluminium.....	20
2.2.7	Pengkodean pada aluminium	21
2.3	Aluminium 2024-T3	23
2.3.1	Sifat – sifat aluminium 2024-T3.....	24
2.4	Aluminium 6061-T6	24
2.4.1	Sifat – sifat aluminium 6061-T6.....	26
2.5	Uji Tarik	26
2.5.1	Proses Pengujian tarik.....	28
2.5.2	Hasil proses pengujian Tarik.....	28
2.5.3	Sifat – sifat mekanik material.....	29
2.5.4	Bentuk dan dimensi spesiment uji	31
2.5.5	<i>Grip and face selection</i>	31
2.6	Struktur Mikro	32
2.6.1	<i>Cutting Speciment</i>	33
2.6.2	<i>Mounting Speciment</i>	34
2.6.3	<i>Grinding Speciment</i>	35
2.6.4	<i>Polishing Speciment</i>	36
2.6.5	<i>Etching Speciment</i>	36
2.6.6	Pertumbuhan Struktur Butir	37

BAB III METODOLOGI

3.1	Diagram alir penelitian	39
3.2	Metode Pelaksanaan	40
3.2.1	Identifikasi Masalah	40
3.2.2	Studi Literatur.....	40
3.2.3	Waktu dan tempat penelitian.....	40
3.2.4	Persiapan bahan dan alat	40
3.2.5	Tahap persiapan penelitian.....	41
3.3	Jadwal Kegiatan.....	41
3.4	Variabel Penelitian.....	42
3.5	Rancangan data.....	42

3.6	Personalia Pelaksanaan	43
-----	------------------------------	----

BAB IV ANALISA DAN PERHITUNGAN

4.1	Data hasil pengujian.....	44
4.2	Data hasil pengujian mesin <i>friction welding</i> konstan	44
4.3	Hasil Pengujian Tarik	46
4.3.1	Hasil kekuatan Tarik menggunakan media pendingin air garam	46
4.3.2	Hasil kekuatan Tarik menggunakan media pendingin air	49
4.3.3	Hasil kekuatan Tarik menggunakan media pendingin oli.....	52
4.4	Pengujian Struktur mikro	56
4.5	Pembahasan	60

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan.....	62
5.2	Saran	62

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Mesin <i>Friction welding</i>	5
Gambar 2.2	Proses <i>Friction welding</i>	7
Gambar 2.3	Diagram fasa Al – Si	11
Gambar 2.4	Daerag diagram fasa Al – Si	11
Gambar 2.5	Struktur mikro Hypoteutectic, Eutectic dan Hypereutectic	13
Gambar 2.6	Alat Pengujian Tarik	26
Gambar 2.7	Kurva tegangan – regangan	27
Gambar 2.8	Standarisasi pengujian Tarik	31
Gambar 2.9	Spesiment Uji Tarik	32
Gambar 2.10	Alat pengujian struktur mikro	33
Gambar 2.11	Pengamplasan benda kerja	36
Gambar 2.12	Memberi Etsa pada permukaan bahan	37
Gambar 4.1	Hasil pengelasan dengan pendingin air garam	44
Gambar 4.2	Hasil pengelasan dengan pendingin air	45
Gambar 4.3	Hasil pengelasan dengan pendingin oli	45
Gambar 4.4	Struktur dari aluminium 6061-T6	56
Gambar 4.5	Struktur dari aluminium 2024-T3	57
Gambar 4.6	Spesiment pertama dengan pendingin air garam	57
Gambar 4.7	Spesiment kedua dengan pendingin air garam	58
Gambar 4.8	Spesiment pertama dengan pendingin air	58
Gambar 4.9	Spesiment kedua dengan pendingin air	59
Gambar 4.10	Spesiment pertama dengan pendingin oli	59
Gambar 4.11	Spesiment kedua dengan pendingin oli	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	kandungan Si terhadap temperature titik beku paduan aluminium	13
Tabel 2.2	Aluminium tempa dan paduan	18
Tabel 2.3	Paduan aluminium tuang.....	19
Tabel 2.4	Sifat – sifat fisik aluminium	19
Tabel 2.5	Sifat mekanik aluminium	20
Tabel 2.6	Kode pada aluminium.....	21
Tabel 2.7	Paduan aluminium 2024-T3	23
Tabel 2.8	Sifat mekanik dan fisik AA 2024-T3.....	24
Tabel 2.9	Paduan aluminium 6061-T6.....	25
Tabel 2.10	Sifat mekanik dan fisik AA 6061-T6.....	25
Tabel 3.1	Jadwal kegiatan skripsi	41
Tabel 3.2	Pengujian Tarik	42
Tabel 3.3	Personalia pelaksanaan	43
Tabel 4.1	Grafik Pengujian Tarik Spesiment 1.....	46
Tabel 4.2	Grafik Pengujian Tarik Spesiment 2.....	47
Tabel 4.3	Grafik Pengujian Tarik Spesiment 3.....	48
Tabel 4.4	Grafik Pengujian Tarik Spesiment 1.....	49
Tabel 4.5	Grafik Pengujian Tarik Spesiment 2.....	50
Tabel 4.6	Grafik Pengujian Tarik Spesiment 3.....	51
Tabel 4.7	Grafik Pengujian Tarik Spesiment 1.....	52
Tabel 4.8	Grafik Pengujian Tarik Spesiment 2.....	53
Tabel 4.9	Grafik Pengujian Tarik Spesiment 3.....	54
Tabel 4.10	Grafik perbandingan kekuatan Tarik setiap media pendingin	55
Tabel 4.11	Grafik rata – rata <i>tensile strength</i>	55
Tabel 4.12	Tabel sifat mekanis pengujian Tarik.....	56